

Индукированный фазовый переход в монокристаллических твердых растворах $\text{PbMg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3$ - $x\text{PbTiO}_3$ и $\text{PbZn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3$ - $y\text{PbTiO}_3$: сходство и различие

Л.С. Камзина

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, 194021 Санкт-Петербург, Россия
e-mail: ASKam@mail.ioffe.ru

Исследуемые в работе монокристаллические твердые растворы $\text{PbMg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3$ – $x\text{PbTiO}_3$ (PMN-хРТ) ($x = 29,33\%$) и $\text{PbZn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3$ – $y\text{PbTiO}_3$ (PZN-9РТ), лежащие на морфотропной фазовой границе (МФГ), относятся к релаксорным сегнетоэлектрикам, в которых сегнетоэлектрическое состояние возникает только при приложении электрического поля. Общей чертой всех релаксоров является присутствие в высокотемпературной кубической фазе полярных нанообластей (PNR), которые определяют их необычные свойства. Однако разные релаксоры могут демонстрировать различное поведение при прохождении сегнетоэлектрического фазового перехода, что связано с разной кинетикой развития PNR [1].

В данной работе при температурах ниже температуры Фогеля-Фулчера исследовались временные зависимости диэлектрической проницаемости, оптического пропускания ($\lambda = 0.63$ и 1.3 мкм) и акустических параметров в электрическом поле $0-6$ кВ/см в монокристаллах PMN-хРТ и PZN-9РТ, а также кинетика зарождения упорядоченных сегнетоэлектрических фаз в стеклоподобном релаксорном состоянии.

Обнаружено, что в области фазового перехода при приложении электрического поля во всех исследованных кристаллах со временем резко меняются как оптическое пропускание, так и диэлектрическая проницаемость.

Из временных зависимостей основных характеристик, приведенных на Рисунке 1 для кристалла PMN-29РТ, видно, что резкое уменьшение оптического пропускания на длине волны $\lambda = 0.63$ мкм опережает по времени не только изменение диэлектрической проницаемости, но и затухания и скорости звука, в то время как в инфракрасном диапазоне оно происходит в более широком временном интервале и наблюдается даже после аномалий диэлектрических и акустических параметров. Подобные зависимости наблюдались и в других исследованных соединениях. На основании этого сделан вывод, что зависимость пропускания от длины волны света связана только с увеличением размеров нанообластей в процессе прохождения фазового перехода [2].

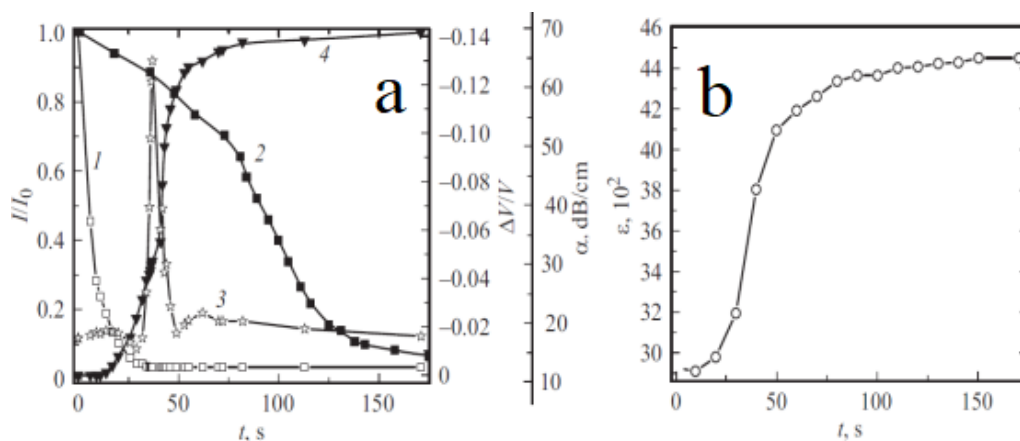


Рисунок 1. Временные зависимости основных характеристик кристалла PMN-29РТ в электрическом поле $E = 1.23$ кВ/см, приложенном вдоль $[001]$, (a) – оптического пропускания (1, 2) при разных длинах волн света, λ , μm : 1 – 0.63 , 2 – 1.3 ; затухания (3) и скорости звука (4); (b) – диэлектрической проницаемости.

Несмотря на ряд общих черт индуцирования сегнетоэлектрической фазы в этих двух классах релаксоров, обнаружены и существенные различия. Так в кристаллах PMN-хРТ ($x = 29.33\%$) при приложении электрического поля ниже температуры Фогеля-Фулчера (T_f) образованию сегнетоэлектрических фаз и быстрому установлению макроскопической поляризации предшествует некоторое время задержки, зависящее от величины электрического поля и температуры, причем время задержки зависит от близости температуры измерения к температуре МФП: чем ближе температура измерения к МФП, тем меньше инкубационный период.

Другая картина наблюдается в соединениях PZN-9РТ, в которых индуцирование сегнетоэлектрической фазы происходит непосредственно после приложения поля без времени задержки (Рис. 2).

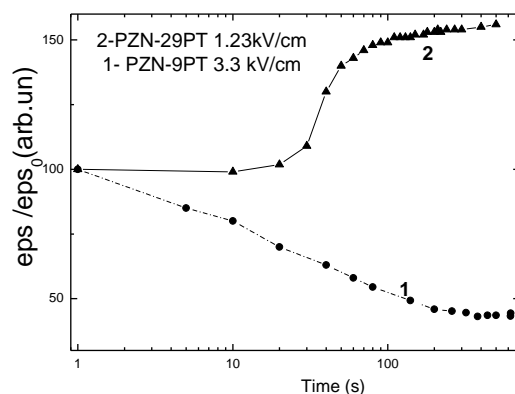


Рисунок 2. Временные зависимости диэлектрической проницаемости в электрическом поле, приложенном вдоль [001], в кристаллах PZN-9РТ(1) и PMN-29РТ(2).

Высказано предположение, что подобное различие может быть связано как с разной структурой низкотемпературных фаз в этих соединениях, так и с разными размерами PNR в фазе ниже температуры T_f , в которой прикладывалось электрическое поле. В PMN-хРТ размеры PNR при охлаждении из эргодической релаксорной фазы практически не менялись ниже температуры T_f , изменялось только направление их дипольных моментов. Взаимодействие между PNR и приводило к возникновению неэргодической стекольной фазы ниже T_f , для которой характерно наличие времени задержки. В PZN-9РТ неэргодическая стекольная фаза, скорее всего, не возникает, так как при понижении температуры происходит рост размеров PNR без изменения направления их дипольных моментов.

1. Y.-H. Bing, A.A. Bokov, Z.-G. Ye, *Current Appl. Phys.* **11**, s14 (2011).
2. Л.С. Камзина, Л.А. Кулакова, *ФТТ* **60**, 955 (2018).